



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧⑦ EP 0 488 766 B1

⑩ DE 691 08 525 T 2

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 23 R 3/26**  
F 01 D 17/08

②① Deutsches Aktenzeichen:	691 08 525.0
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:	91 311 080.5
⑧⑥ Europäischer Anmeldetag:	29. 11. 91
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	3. 6. 92
⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	29. 3. 95
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	3. 8. 95

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
30.11.90 JP 329445/90

⑦③ Patentinhaber:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Strehl, Schübel-Hopf, Groening & Partner, 80538  
München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR

⑦② Erfinder:  
Inoue, Hiroshi, Hitachi-shi, JP; Tsukahara, Satoshi,  
Hitachi-shi, JP; Iwai, Kazumi, Mito-shi, JP

⑤④ Kontrollverfahren für Gasturbinenbrennkammer.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 08 525 T 2

DE 691 08 525 T 2

Kontrollverfahren für Gasturbinenbrennkammer

HINTERGRUND DER ERFINDUNG UND ANGABE DES EINSCHLÄGIGEN STANDS DER TECHNIK

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Gas unter Druck zuführen.

- ( 10 Bei einer herkömmlichen Vorrichtung zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Gas unter Druck zuführen, wie in den Fig. 3, 4A und 4B dargestellt, wird Luft A von einem (nicht dargestellten) Kompressor über ein Gehäuse 110, Diffusionsverbrennungsluft-Zuführöffnungen 113 einer Diffu-
- 15 sionsbrennkammer 130, Luftzuführöffnungen 114 einer Vormisch-Brennkammer 131 und Vormischverbrennungsluft-Zuführöffnungen 133 eines Vormischverwirblers 132 in eine Brennkammer 115 geführt. Diffusionsverbrennungskraftstoff F1 wird von Diffusionsverbrennungsdüsen 134 in die Diffusionsbrenn-
- 20 kammer 130 eingespritzt, und Vormischverbrennungskraftstoff F2 wird von Vormischverbrennungsdüsen 135 in den Vormischverwirbler 132 eingespritzt. Durch Kraftstoffverbrennung beheizte, unter Druck zu setzende Luft wird von der Brennkammer 115 einer Gasturbine 138 zugeführt, um die Gasturbine
- ( 25 138 drehend anzutreiben. Die Öffnungsfläche der Vormischverbrennungsluft-Zuführöffnungen 133 wird durch ein von einem Treiber 121 angetriebenes Ventil 118 verändert. Eine Steuerung 119 stellt die Zuführrate des Diffusionsverbrennungskraftstoffs F1 abhängig von der Last der Gasturbine 138
- 30 auf Grundlage einer vorgegebenen Beziehung zwischen der Zuführrate des Diffusionsverbrennungskraftstoffs F1 und der Last der Gasturbine 138 ein, wie durch eine durchgezogene Linie in Fig. 4A dargestellt, und sie stellt die Zuführrate

des Vormischverbrennungskraftstoffs F2 abhängig von der Last der Gasturbine 138 auf Grundlage einer vorgegebenen Beziehung zwischen der Zuführrate des Vormischverbrennungskraftstoffs F2 und der Last der Gasturbine 138 ein, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 4A dargestellt. Ferner stellt die Steuerung 119 die Öffnungsfläche der Vormischverbrennungsluft-Zufühdüsen 133 durch das vom Treiber 121 angesteuerte Ventil 118 gemäß der Last der Gasturbine 138 auf Grundlage einer vorgegebenen üblichen Beziehung der Öffnungsfläche der Vormischverbrennungsluft-Zufühdüsen 133 und der Last der Gasturbine 138 ein, wie in Fig. 4B dargestellt.

Die Veröffentlichung Nr. 61-210233 eines ungeprüften japanischen Patents offenbart eine Struktur, bei der die Zuführrate für jede der Brennkammern abhängig von der Differenz der Temperatur des Turbinenabgases von jeder der Brennkammern und einen Mittelwert der Turbinenabgastemperaturen aller Brennkammern so geregelt wird, daß die Turbinenabgastemperaturen von allen Brennkammern im wesentlichen einander gleich sind.

Die Veröffentlichung Nr. 1-150715 eines ungeprüften japanischen Patents offenbart eine Struktur, bei der sowohl die Strömungsrate von Hauptverbrennungsluft zum Verbrennen eines festen Kraftstoffs und die Strömungsrate von Zusatzverbrennungsluft zum Verbrennen von Zusatzkraftstoff gleichzeitig abhängig von der Dichte einer Komponente des Turbinenabgases erhöht oder verringert werden.

30

#### AUFGABE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Gas unter Druck zuführen, zu schaffen, durch die die

Verbrennungszustände der Brennkammern auf einen gewünschten Verbrennungszustand verändert werden können, ohne daß eine Änderung der Ausgangsleistung der Gasturbine auftritt.

- 5 Gemäß der Erfindung weist ein Verfahren zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Druckgas zuführen, wobei jede Brennkammer eine erste Luftzuführeinrichtung zum Zuführen von Verbrennungsluft zur Brennkammer und eine zweite Luftzuführeinrichtung zum Einstellen der Menge der der
- 10 Brennkammer zugeführten Luft aufweist, um den Verbrennungszustand in der Brennkammer zu ändern, die folgenden Schritte auf:
- Messen des Verbrennungszustandes jeder der Brennkammern;
  - Messen der Differenz zwischen dem gemessenen Verbrennungs-

15 zustand jeder der Brennkammern und einem gewünschten Verbrennungszustand; und

  - Ändern des Verhältnisses der Menge der der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführten Luft in Beziehung zur Menge an Verbrennungsluft, die durch die erste

20 Luftzuführeinrichtung der Brennkammern für jede der Brennkammern zugeführt wird, abhängig von der gemessenen Differenz für jede der Brennkammern, zum Ändern des Verbrennungszustands jeder der Brennkammern in solcher Weise, daß die Verbrennungszustände der Brennkammern einander im wesentli-

25 chen gleich gemacht werden.

Gemäß der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Druckgas zuführen, wobei jede der Brennkammern eine erste Luftzuführeinrichtung

30 zum Zuführen von Verbrennungsluft zur Brennkammer und eine zweite Luftzuführeinrichtung zum Einstellen der Menge der der Brennkammer zugeführten Luft aufweist, um den Verbrennungszustand in der Brennkammer zu ändern, mit folgendem versehen:

- 35 - einer Einrichtung zum Messen des Verbrennungszustands

jeder der Brennkammern;

- einer Einrichtung zum Messen der Differenz zwischen dem gemessenen Verbrennungszustand jeder der Brennkammern und einem gewünschten Verbrennungszustand und
  - 5 - einer Einrichtung zum Ändern des Verhältnisses der Menge der Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, in Beziehung zur Menge der Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung in jeder der Brennkammern zugeführt wird,
  - 10 abhängig von der gemessenen Differenz für jede der Brennkammern, um den Verbrennungszustand jeder der Brennkammern so zu ändern, daß die Verbrennungszustände der Brennkammern einander im wesentlichen gleich gemacht sind.
- 15 Da das Verhältnis der Luftmenge, die durch die zweite Luftzuführeinrichtung in die Brennkammer geführt wird, in Beziehung zur Menge an Verbrennungsluft, die von der ersten Luftzuführeinrichtung in jeder Brennkammer in die Brennkammer geführt wird, abhängig von der Differenz zwischen den
- 20 Verbrennungsbedingungen jeder der Brennkammern und dem gewünschten Verbrennungszustand so geändert wird, daß die Verbrennungszustände der Brennkammern im wesentlichen einander gleich sind, ohne daß die Menge an Kraftstoff wesentlich geändert wird, die jeder der Brennkammern zugeführt wird, um
- 25 den Verbrennungszustand jeder der Brennkammern zu ändern, kann der Verbrennungszustand jeder der Brennkammern auf den gewünschte Verbrennungszustand geändert werden, ohne daß die Ausgangsleistung der Gasturbine schwankt oder unter Aufrechterhalten eines konstanten Werts für die Ausgangsleistung
- 30 der Gasturbine.

Die Verbrennungsbedingung jeder der Brennkammern kann z. B. aus dem Zustand des in jeder der Brennkammern erzeugten Gases unter Druck gemessen werden. D. h., daß der Verbrennungszustand der Zustand des Gases unter Druck sein kann.

35



# KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur 5 einer erfindungsgemäßen Brennkammer zeigt.

Fig. 2A ist ein Flußdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zum Ändern der Menge der Luft zeigt, die der Brennkammer zugeführt wird.

10

Fig. 2B ist ein Flußdiagramm, das ein anderes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung zum Ändern der Menge der Luft zeigt, die der Brennkammer zugeführt wird.

15 Fig. 3 ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur einer herkömmlichen Brennkammer zum Zuführen von Gas unter Druck zu einer Gasturbine zeigt.

Fig. 4A ist ein Diagramm, das eine vorgegebene Beziehung 20 zwischen der Turbinenlast und der Kraftstoffzuführtrate bei der herkömmlichen Brennkammer zeigt.

Fig. 4B ist ein Diagramm, das eine vorgegebene Beziehung zwischen der Turbinenlast und dem Ventilöffnungsgrad zum Zu- 25 führen von Luft in die herkömmliche Brennkammer zeigt.

Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, die eine andere Struktur einer Brennkammer gemäß der Erfindung zeigt.

30 Fig. 6A, 6B und 6C sind schematische Ansichten, die eine Anordnung von Brennkammern und Sensoren zum Messen des Verbrennungszustands jeder der Brennkammern oder des Zustands des Gases unter Druck zeigen, wie es von jeder der Brennkammern erzeugt wird.

35

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Wie in Fig. 1 dargestellt, beinhaltet eine der Brennkammern zum Zuführen von Gas unter Druck zu einer Gasturbine einen ersten Verbrennungsteil, dem Luft und Kraftstoff direkt und getrennt voneinander zugeführt werden, um eine Diffusionsverbrennung auszubilden, und einen zweiten Verbrennungsteil, dem eine Mischung aus Luft und Kraftstoff, die zuvor miteinander vermischt wurden, zugeführt wird, um eine Vormischverbrennung zu bilden. Die Vormischverbrennung ist zum Verrin-  
10 gern der Dichte einer NO<sub>x</sub>-Komponente im von der Brennkammer ausgegebenen Gas wirksam. Luft A wird dem Brennkammergehäuse 10 über einen (nicht dargestellten) Kompressor zugeführt, und sie wird durch Öffnungen 13 in einem gelochten Rohr-  
15 strang 30 für Diffusionsverbrennung, eine Öffnung 33 in einem gelochten Rohrstrang 31 für Vormischverbrennung und Öffnungen 14 in einem Verwirbler 32 für Vormischverbrennung einer Brennkammer 15 zugeführt. Diffusionsverbrennungskraftstoff F1 wird durch Kraftstoffdüsen 34 in die Brennkammer 15  
20 eingespritzt, um die Diffusionsverbrennung auszubilden. Vormisch-Verbrennungskraftstoff F2 wird durch Kraftstoffdüsen 35 in den Vormischverbrennung-Verwirbler 32 eingespritzt, um mit der darin enthaltenen Luft vermischt zu werden, um eine Mischung aus Luft und Kraftstoff mit geeignetem Mischungs-  
25 verhältnis zwischen diesen zu bilden, bevor die Mischung in die Brennkammer 15 strömt, um dort verbrannt zu werden. Von der Diffusionsverbrennung und der Vormischverbrennung erzeugtes Druckgas wird mit der von den Öffnungen 14 zugeführten Luft vermischt, und das gemischte Gas unter Druck strömt  
30 zu einer Gasturbine 38.

Ein Ventil 18 stellt das Verhältnis der Menge oder die Strömungsrate von Luft ein oder ändert dieses, wie dem zweiten Verbrennungsteil für die Vormischverbrennung zuge-  
35 führt, und zwar in Beziehung zur Menge oder Strömungsrate

von Luft, die dem ersten Verbrennungsteil für die Diffusionsverbrennung in jeder der Brennkammern 15 zugeführt wird. In einem Regler 19 wird der Grundöffnungsgrad  $X_0$  des Ventils 18, wie in den Fig. 2A und 2B dargestellt, abhängig von der gewünschten Ausgangsleistung der Gasturbine 38 oder dem erforderlichen Betrieb derselben auf Grundlage einer vorgegebenen Beziehung zwischen dem Grundöffnungsgrad  $X_0$  und der gewünschten Ausgangsleistung oder dem erforderlichen Betrieb der Gasturbine 38 bestimmt, damit der Grundöffnungsgrad  $X_0$  an einen Treiber 21 ausgegeben wird. Das Ausgangssignal jedes von mehreren Sensoren 36 zum Messen des Verbrennungszustandes jeder der Brennkammern 15 oder des Zustands des Druck- oder Abgases, wie es von jeder der Brennkammern 15 erzeugt wird, wird an eine Ermittlungsvorrichtung 37 für den Ventilöffnungsgrad übertragen. Jeder der Sensoren 36 mißt z. B. die Temperatur des Abgases oder die Dichte einer Komponente des Abgases. Wie in den Fig. 6A, 6B und 6C dargestellt, ist die Anzahl der Sensoren 36 derjenigen der Brennkammern 15 gleich, und die Sensoren 36 an der Außenseite der Gasturbine 38 um diese herum mit konstantem Umfangsabstand zwischen einander benachbarten Sensoren 36 angeordnet. Da die Strömung von Druckgas von jeder der Brennkammern 15 durch die Drehung der Gasturbine 38 um diese gedreht ist, wird der Zustand des Druckgases von jeder der Brennkammern 15 durch einen jeweiligen der Sensoren gemessen, die in einer in Umfangsrichtung beabstandeten Position von jeder der Brennkammern 15 angeordnet sind.

Wie in Fig. 2A dargestellt, wird in der Ermittlungsvorrichtung 37 für den Ventilöffnungsgrad die Differenz zwischen der von jedem der Sensoren 36 gemessenen Temperatur  $T_g$  und einer gewünschten Temperatur  $T_{gm}$  berechnet. Die gewünschte Temperatur kann die geeignetste Temperatur sein, die zuvor bestimmt wurde, oder sie wird aus anderen Betriebsbedingungen berechnet, es kann die mittlere Temperatur aus allen ge-



messenen Temperaturen  $T_g$  sein, es kann die mittlere Temperatur der gemessenen Temperaturen  $T_g$  mit Ausnahme der gemessenen Temperatur  $T_g$  sein, für die die Differenz berechnet wird, oder es kann die mittlere Temperatur der gemessenen 5 Temperaturen  $T_g$  von mindestens zwei Brennkammern sein. Wenn der Wert  $[(\text{gemessene Temperatur } T_g - \text{gewünschte Temperatur}) / \text{gewünschte Temperatur } T_{gm}]$  größer als ein vorgegebenes Ausmaß  $\varepsilon_1$  ist, wird ein Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom zuvor ermittelten Kompensationsgrad  $X_s$  um ein vorgegebenes 10 Ausmaß  $\Delta x$  erhöht, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert  $[\text{Grundöffnungsgrad } X_o + (\text{voriger Kompensationsgrad } X_s + \Delta x)]$  eingestellt oder erhöht wird, um die Luftströmung  $A_2$  zum Vormischverbrennungsteil zu erhöhen. Wenn der Wert  $[(\text{gewünschte Temperatur} - \text{gemessene Temperatur } T_g) /$  15  $\text{gewünschte Temperatur } T_{gm}]$  größer als ein vorgegebenes Ausmaß  $\varepsilon_2$  ist, wird der Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom zuvor ermittelten Kompensationsgrad  $X_s$  um das vorgegebene Ausmaß  $\Delta x$  verringert, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert  $[\text{Grundöffnungsgrad } X_o + (\text{voriger Kompensationsgrad } X_s - \Delta x)]$  20 eingestellt oder verringert wird, um die Luftströmung  $A_2$  zum Vormischverbrennungsteil zu verringern. Alternativ wird, wenn der Wert  $(\text{gemessene Temperatur } T_g - \text{gewünschte Temperatur})$  größer als das vorgegebene Ausmaß  $\varepsilon_1$  ist, der Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom zuvor ermittel- 25 ten Kompensationsgrad  $X_s$  um das vorgegebene Ausmaß  $\Delta x$  erhöht, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert  $[\text{Grundöffnungsgrad } X_o + (\text{voriger Kompensationsgrad } X_s + \Delta x)]$  eingestellt oder erhöht wird, um die Luftströmung  $A_2$  zum Vormischverbrennungsteil zu erhöhen. Wenn der Wert  $(\text{ge-}$  30  $\text{wünschte Temperatur} - \text{gemessene Temperatur } T_g)$  größer als das vorgegebene Ausmaß  $\varepsilon_2$  ist, wird der Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom zuvor ermittelten Kompensationsgrad  $X_s$  um das vorgegebene Ausmaß  $\Delta x$  verringert, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert  $[\text{Grundöffnungsgrad } X_o + (\text{voriger}$  35  $\text{Kompensationsgrad } X_s - \Delta x)]$  eingestellt oder verringert

- wird, um die Luftströmung A2 zum Vormischverbrennungsteil zu verringern. Das Ausmaß  $\Delta x$  kann proportional zur Differenz zwischen der Temperatur  $T_g$ , wie sie durch jeden der Sensoren 36 gemessen wurde, und der gewünschten Temperatur  $T_{gm}$  sein.
- 5 Dieser Betrieb wird für jeden der Brenner oder der Brennkammern 15 der Reihe nach ausgeführt. Ein Satz dieser Reihe von Vorgängen für die Brenner oder Brennkammern 15 wird mit konstantem Intervall  $\tau$  gegenüber dem vorigen Satz ausgeführt, z. B. mit einem Intervall von 10 Sekunden. Als Ergebnis
- 10 der vorstehend genannten Abläufe werden die Temperaturen des Druckgases von den Brennern oder Brennkammern 15 im wesentlichen einander gleich gemacht oder sie werden auf die gewünschte Temperatur geändert.
- 15 Die Sensoren 36 können die Dichte von NOx und/oder CO und/oder Kohlenwasserstoff im Druckgas messen. Wie in Fig. 2B dargestellt, wird die Differenz zwischen der NOx-Dichte, wie von jedem der Sensoren 36 gemessen, und einer gewünschten NOx-Dichte berechnet, und die Differenz zwischen der von
- 20 jedem der Sensoren 36 gemessenen CO-Dichte und einer gewünschten CO-Dichte wird berechnet. Die gewünschten Dichten an NOx und CO sind vorgegeben. Wenn der Wert (gemessene NOx-Dichte - gewünschte NOx-Dichte) größer als ein vorgegebenes Ausmaß  $\varepsilon_3$  ist, wird der Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom
- 25 zuvor ermittelten Kompensationsgrad  $X_s$  um das vorgegebene Ausmaß  $\Delta x$  erhöht, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert [Grundöffnungsgrad  $X_0$  + (voriger Kompensationsgrad  $X_s$  +  $\Delta x$ )] eingestellt oder erhöht wird, um die Luftströmung zum Vormischverbrennungsteil zu erhöhen. Wenn der
- 30 Wert (gemessene CO-Dichte - gewünschte CO-Dichte) größer als ein vorgegebenes Ausmaß  $\varepsilon_4$  ist, wird der Kompensationsgrad  $X_s$  ausgehend vom zuvor ermittelten Kompensationsgrad  $X_s$  um das vorgegebene Ausmaß  $\Delta x$  verringert, damit der Öffnungsgrad  $X$  des Ventils 18 auf den Wert [Grundöffnungsgrad  $X_0$  + (voriger Kompensationsgrad  $X_s$  -  $\Delta x$ )] eingestellt oder verringert
- 35

wird, um die Luftströmung A2 zum Vormischverbrennungsteil zu verringern. Das Ausmaß  $\Delta x$  kann proportional zur Differenz zwischen der von jedem der Sensoren 36 gemessenen Dichte und der gewünschten Dichte sein.

5

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel beinhaltet jeder der Brenner oder Brennkammern 15 einen Diffusionsverbrennungsteil und enthält keinen Vormischverbrennungsteil. Das Ventil 18 ist an der stromabwärtigen Seite des Diffusionsverbrennungsteils angeordnet, um die Strömungsrate, die der in die Brennkammer 15 geführten Luft oder die dem durch den Diffusionsverbrennungsteil erzeugten Druckgas hinzugefügt wird, über die Öffnungen 14 zu verändern. Die Luft A vom (nicht dargestellten) Kompressor wird dem Gehäuse 15 10 zugeführt. Anschließend strömt Luft A1 durch Öffnungen 43 und die Öffnungen 13 in der gelochten Verbrennungsrohrleitung 30 in die Brennkammer 15, und Luft A2 strömt durch die Öffnungen 14 in der gelochten Verbrennungsrohrleitung 30 in die Brennkammer 15. Kraftstoff F wird durch die Düse 34 in 20 die Brennkammer 15 eingespritzt, um Diffusionsverbrennung mit der Luft auszubilden. Wenn der Kraftstoff ein aus Kohle hergestelltes brennbares Gas ist und große Prozentsätze an Stickstoffatomen enthält, ist es zum Verringern der Dichte an NOx im Druckgas aus der Brennkammer 15 wirkungsvoll, daß 25 die Diffusionsverbrennung mit einer unzureichenden Strömungsrate an Luft A1 ausgeführt wird, die der Brennkammer 15 über die Öffnungen 43 und 13 zugeführt wird, und zwar in Beziehung zur Strömungsrate des Kraftstoffs F, der der Brennkammer 15 über die Düse 34 zugeführt wird, so daß der Kraftstoff F durch die Luft A1 nicht vollständig verbrannt wird, 30 um die Stickstoffatome in Stickstoffmoleküle ( $N_2$ ) umzusetzen, und anschließend wird ein Teil des Kraftstoffs F, der durch die Diffusionsverbrennung nicht verbrannt wurde, durch die Luft A2 verbrannt.

35

Um den vorstehend genannten Vorgang zum Verringern der Dichte an NOx im Druckgas zu erreichen, d. h., um eine sogenannte Fett-Mager-Verbrennung zu erhalten, wird der Öffnungsgrad X des Ventils 18 erhöht, um die Luftströmung A2 zu erhöhen, wenn die von jedem der Sensoren 36 gemessene NOx-Dichte größer als eine vorgegebene gewünschte NOx-Dichte ist, und der Öffnungsgrad X des Ventils 18 wird zum Verringern der Luftströmung A2 verringert, wenn die Dichte des Teils des Kraftstoffs F, der nicht durch die Diffusionsverbrennung verbrannt wurde, größer als die vorgegebene zugehörige gewünschte Dichte ist.

15

20

25

30

35

### Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine Druckgas zuführen, wobei jede Brennkammer eine erste Luftzuführeinrichtung zum Zuführen von Verbrennungsluft zur Brennkammer und eine zweite Luftzuführeinrichtung  
10 zum Einstellen der Menge der der Brennkammer zugeführten Luft aufweist, um den Verbrennungszustand in der Brennkammer zu ändern, mit den folgenden Schritten:

- Messen des Verbrennungszustandes jeder der Brennkammern;
- Messen der Differenz zwischen dem gemessenen Verbrennungs-  
15 zustand jeder der Brennkammern und einem gewünschten Verbrennungszustand; und
- Ändern des Verhältnisses der Menge der der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführten Luft in Beziehung zur Menge an Verbrennungsluft, die durch die erste  
20 Luftzuführeinrichtung der Brennkammern bei jeder der Brennkammern zugeführt wird, abhängig von der gemessenen Differenz für jede der Brennkammern, zum Ändern des Verbrennungszustands jeder der Brennkammern in solcher Weise, daß die Verbrennungszustände der Brennkammern auf den gewünschten  
25 Verbrennungszustand geändert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Temperatur des Druckgases als gemessener Verbrennungszustand gemessen wird und der Verbrennungszustand eine gewünschte Temperatur für  
30 das Druckgas ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Dichte einer Komponente des Druckgases als gemessener Verbrennungszustand gemessen wird und der gewünschte Verbrennungszustand die ge-  
35 wünschte Dichte der Komponente des Druckgases ist.



4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der gewünschte Verbrennungszustand ein mittlerer Verbrennungszustand der gemessenen Verbrennungszustände mindestens zweier Brennkammern 5 ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der gewünschte Verbrennungszustand der geeignetste Verbrennungszustand der Brennkammer ist.

10

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Luftzuführeinrichtung Verbrennungsluft für Diffusionsverbrennung zuführt und die zweite Luftzuführeinrichtung Verbrennungsluft für Vormischverbrennung zuführt.

15

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Luftzuführeinrichtung Verbrennungsluft für Diffusionsverbrennung zuführt und die zweite Luftzuführeinrichtung Zusatzluft zuführt, die dem durch die Diffusionsverbrennung erzeugten 20 Druckgas zuzusetzen ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in jeder der Brennkammern des Verhältnisses der Menge der Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt 25 wird, in Beziehung zur Menge der Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, mit einem Ausmaß geändert wird, das proportional zur gemessenen Differenz für jede der Brennkammern ist.

30 9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in jeder der Brennkammern des Verhältnisses der Menge der der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführten Luft in Beziehung zur Menge der Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, 35 dauernd um ein vorgegebenes konstantes Ausmaß geändert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem in jeder der Brennkammern das Verhältnis der Menge an Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, 5 in Beziehung zur Menge an Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, erhöht wird, wenn die gemessene Temperatur des Druckgases höher als die gewünschte Temperatur des Druckgases ist, und das Verhältnis der Menge der Luft, die der Brennkammer durch 10 die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, in Beziehung zur Menge der Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, verringert wird, wenn die gemessene Temperatur des Druckgases kleiner als die gewünschte Temperatur des Druckgases ist.

15

11. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Dichte einer NOx(Stickoxid)-Komponente des Druckgases als gemessener Verbrennungszustand gemessen wird, der gewünschte Verbrennungszustand die gewünschte Dichte der NOx-Komponente im Druckgas 20 ist und in jeder der Brennkammern das Verhältnis der Menge an Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt wird in Beziehung zur Menge an Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, erhöht wird, wenn die gemessene 25 NOx-Dichte des Druckgases höher als die gewünschte NOx-Dichte des Druckgases ist.

12. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Dichte der CO(Kohlenmonoxid)-Komponente des Druckgases als gemessener 30 Verbrennungszustand gemessen wird, der gewünschte Verbrennungszustand die gewünschte Dichte der CO-Komponente im Druckgas ist und in jeder der Brennkammern das Verhältnis der Menge an Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, in Beziehung zur Menge 35 an Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste

Luftzuführeinrichtung zugeführt wird, verringert wird, wenn die gemessene CO-Dichte im Druckgas höher als die gewünschte CO-Dichte im Druckgas ist.

- 5 13. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der gewünschte Verbrennungszustand der mittlere Verbrennungszustand der gemessenen Verbrennungszustände aller Brennkammern ist.
- 10 14. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der gewünschte Verbrennungszustand der mittlere Verbrennungszustand der gemessenen Verbrennungszustände mindestens zweier Brennkammern ist, zu der nicht die Brennkammer gehört, für die die Differenz gemessen wird.
- 15 15. Vorrichtung zum Regeln mehrerer Brennkammern, die einer Gasturbine (38) Druckgas zuführen, wobei jede der Brennkammern eine erste Luftzuführeinrichtung (13) zum Zuführen von Verbrennungsluft zur Brennkammer und eine zweite Luftzuführeinrichtung (14, 33) zum Einstellen der Menge der der Brennkammer zugeführten Luft aufweist, um den Verbrennungszustand in der Brennkammer zu ändern, mit:
- 20 - einer Einrichtung (36) zum Messen des Verbrennungszustands jeder der Brennkammern;
- ( - einer Einrichtung (37) zum Messen der Differenz zwischen dem gemessenen Verbrennungszustand jeder der Brennkammern und einem gewünschten Verbrennungszustand und
- 25 - einer Einrichtung (18, 21) zum Ändern des Verhältnisses der Menge der Luft, die der Brennkammer durch die zweite Luftzuführeinrichtung (14, 33) zugeführt wird, in Beziehung zur Menge der Verbrennungsluft, die der Brennkammer durch die erste Luftzuführeinrichtung (13) in jeder der Brennkammern zugeführt wird, abhängig von der gemessenen Differenz für jede der Brennkammern, um den Verbrennungszustand jeder der Brennkammern so zu ändern, daß die Verbrennungszustände
- 30 der Brennkammern auf den gewünschten Verbrennungszustand ge-
- 35

ändert werden.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die erste Luftzuführeinrichtung (13) Verbrennungsluft für Diffusionsverbrennung zuführt und die zweite Luftzuführeinrichtung (14, 33) Verbrennungsluft für Vormischverbrennung zuführt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die erste Luftzuführeinrichtung (13) Verbrennungsluft für Diffusionsverbrennung und die zweite Luftzuführeinrichtung (14, 33) Zusatzluft zuführt, die dem durch die Diffusionsverbrennung erzeugten Druckgas zuzusetzen ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Einrichtung (36) zum Messen des Verbrennungszustands die Temperatur des Druckgases mißt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Einrichtung (36) zum Messen des Verbrennungszustands die Dichte einer Komponente des Druckgases mißt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der der gewünschte Verbrennungszustand der mittlere Verbrennungszustand der gemessenen Verbrennungszustände mindestens zweier Brennkammern ist.





FIG. 2A

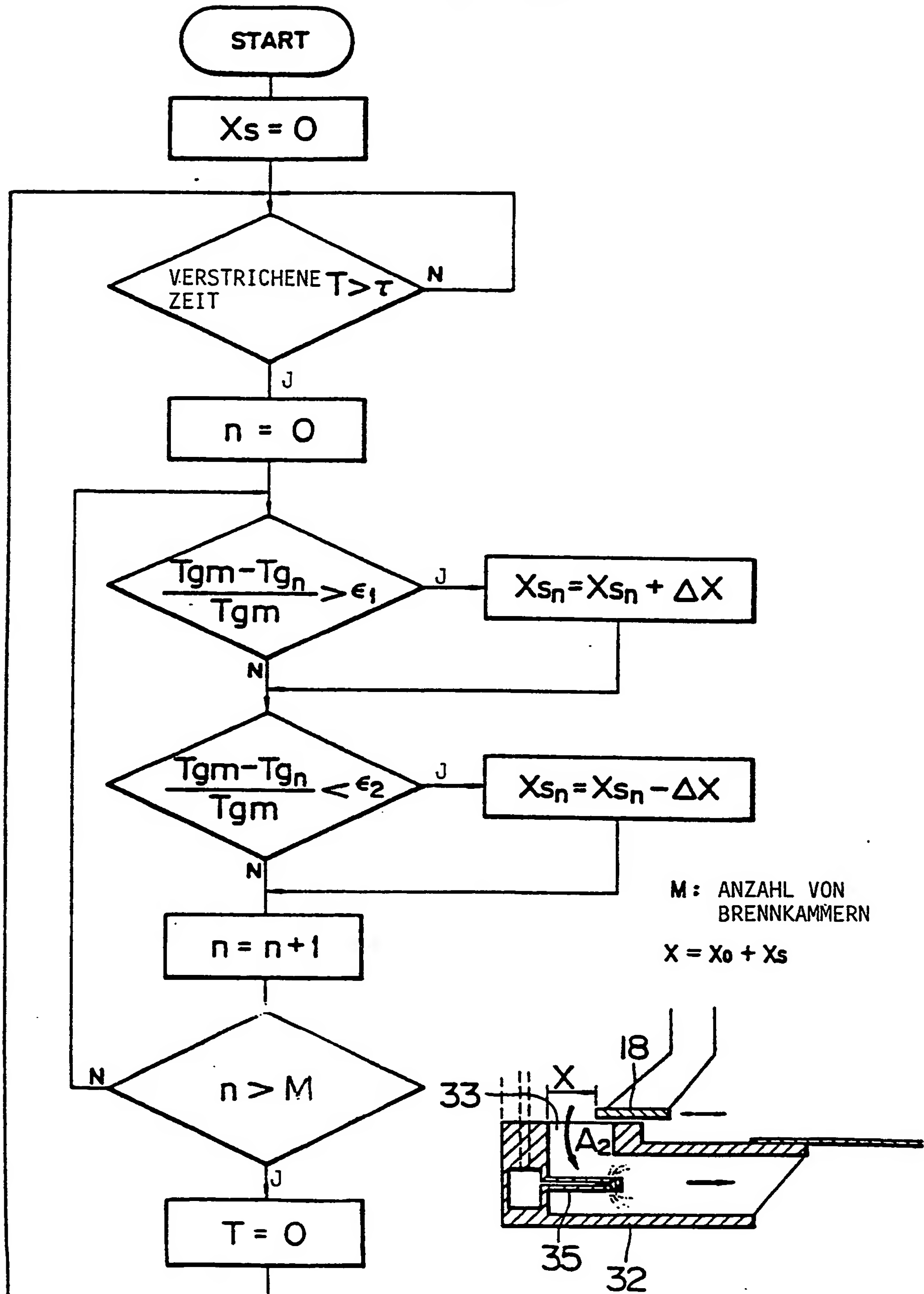


FIG. 2B

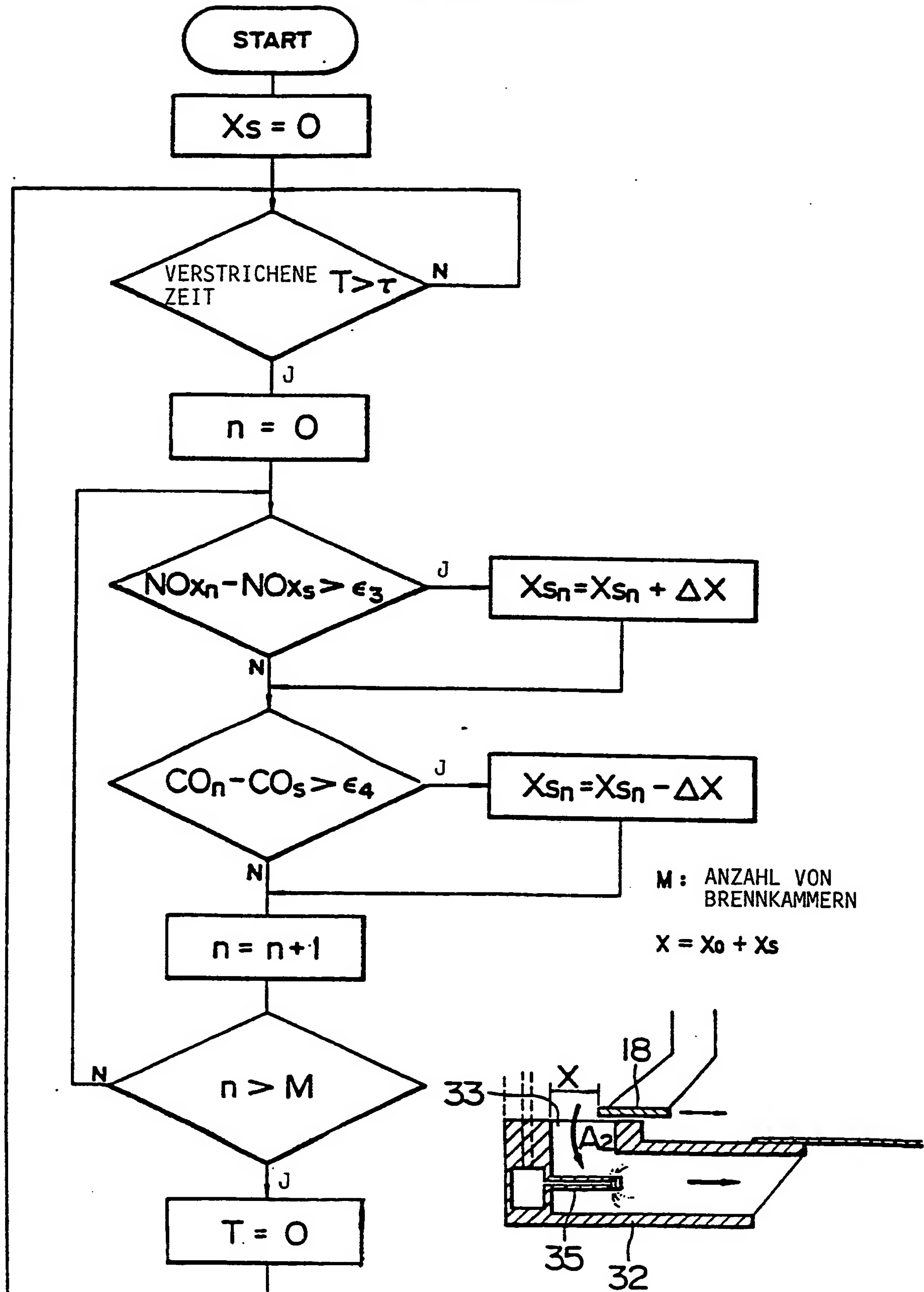
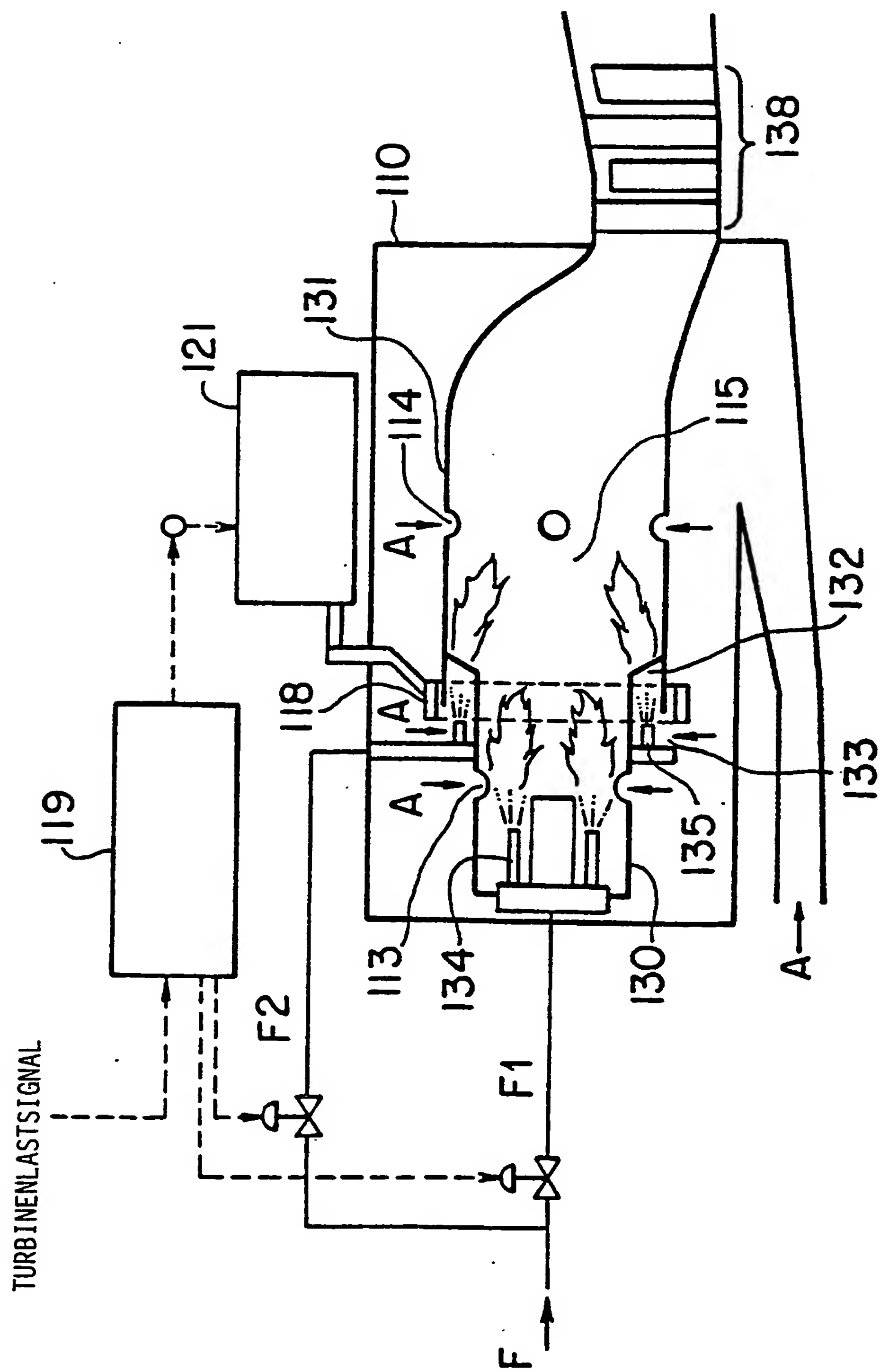


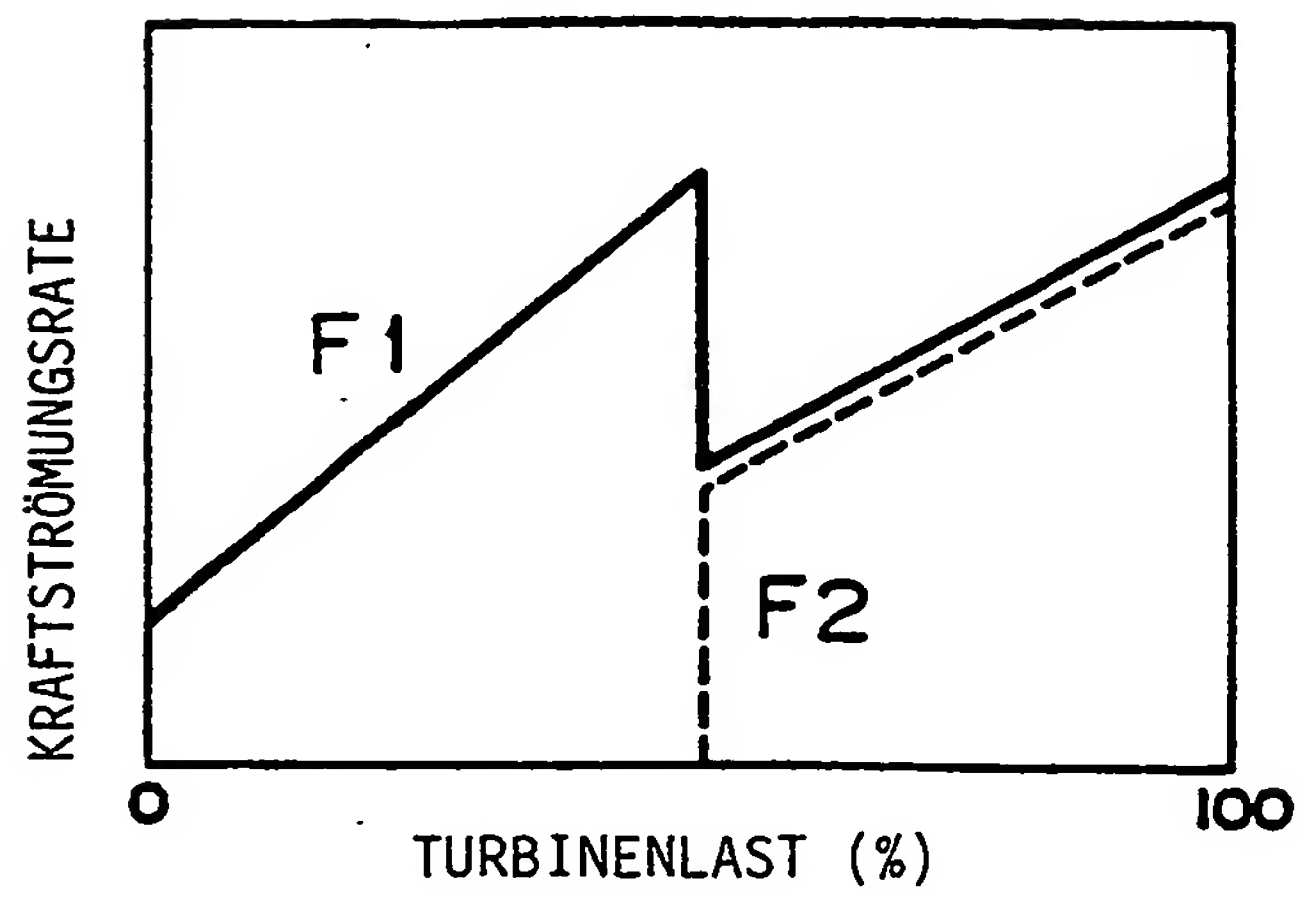
FIG. 3

STAND DER TECHNIK



**FIG. 4A**

STAND DER TECHNIK



**FIG. 4B**

STAND DER TECHNIK

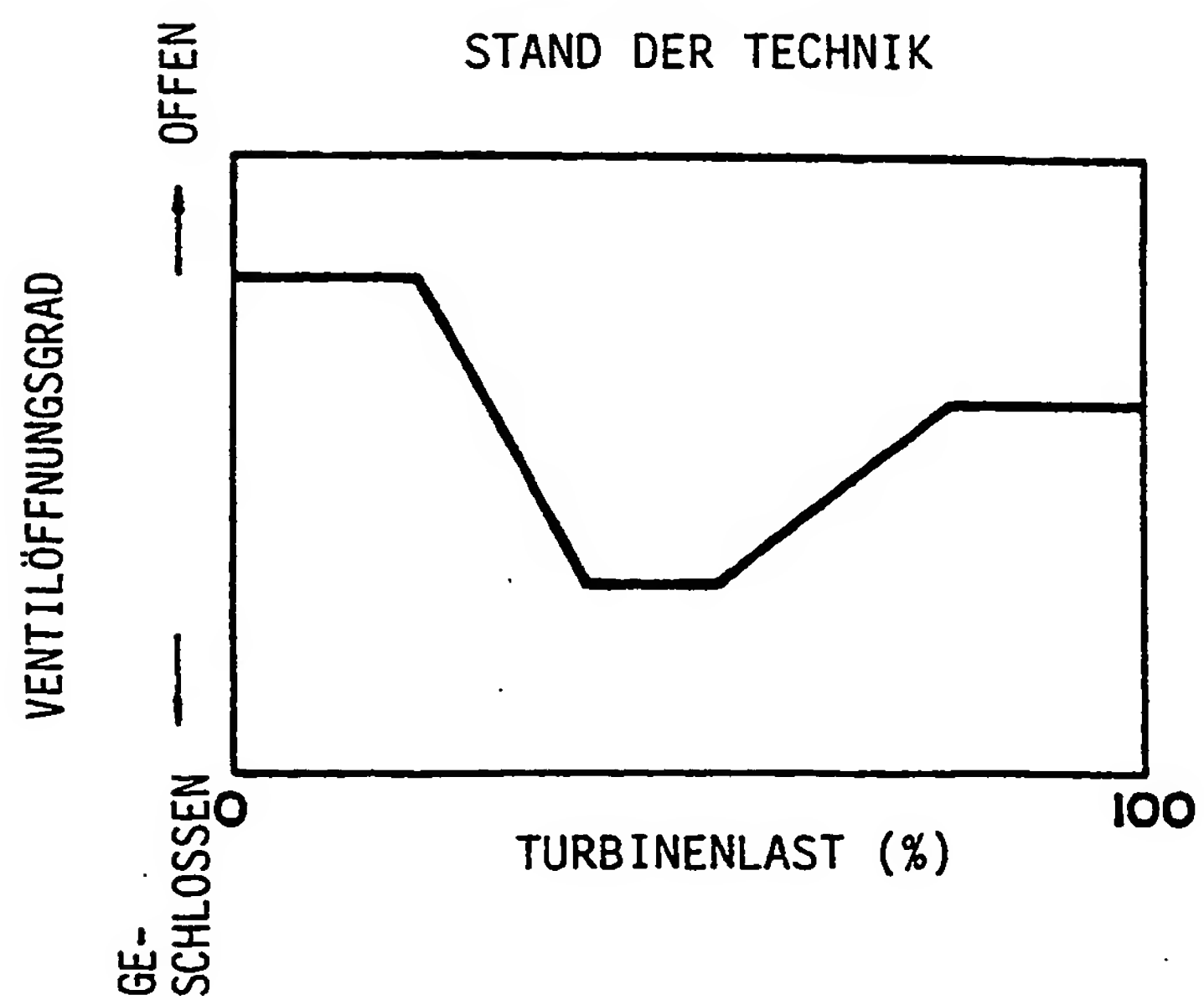






FIG. 6A

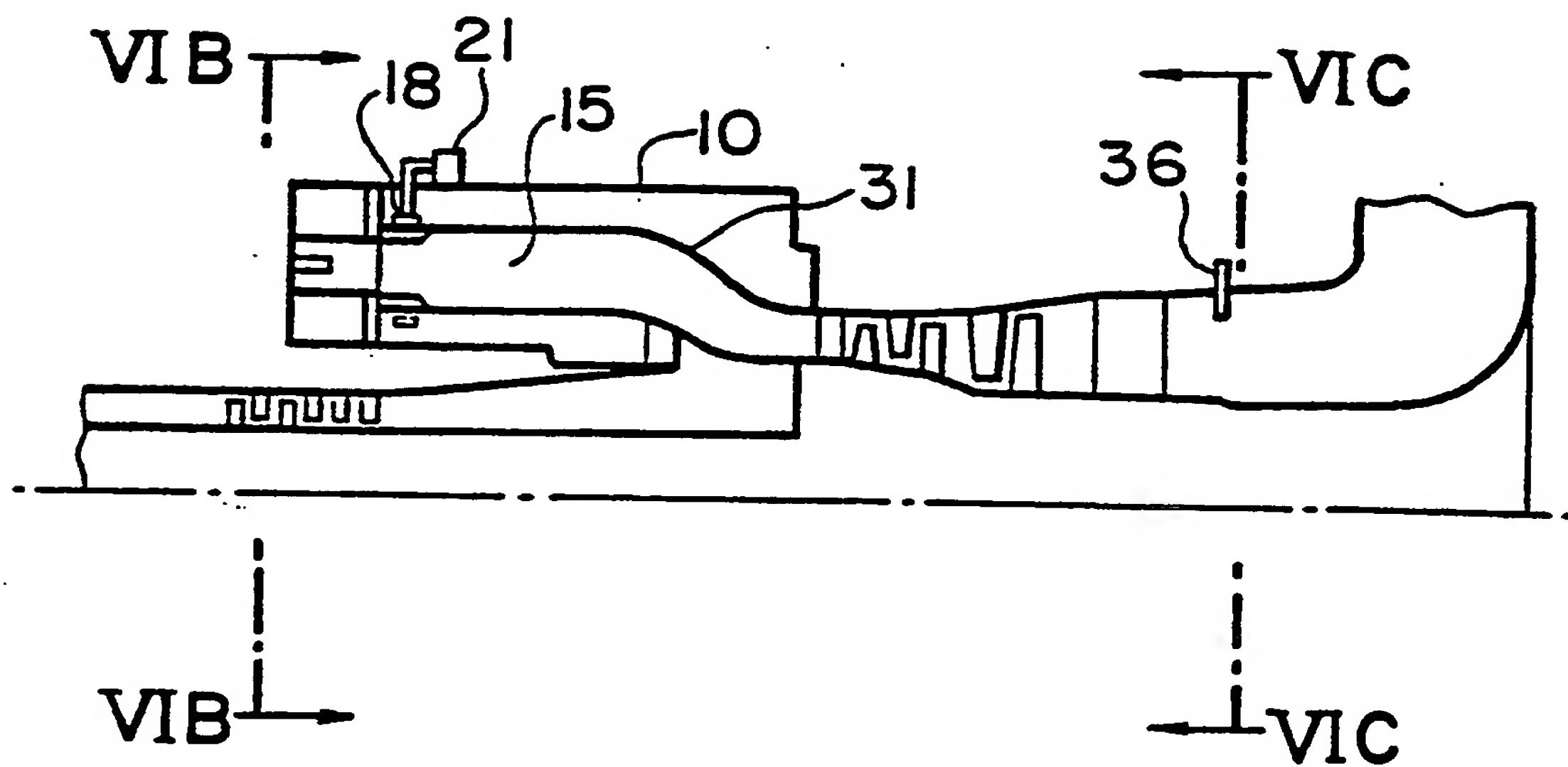


FIG. 6B

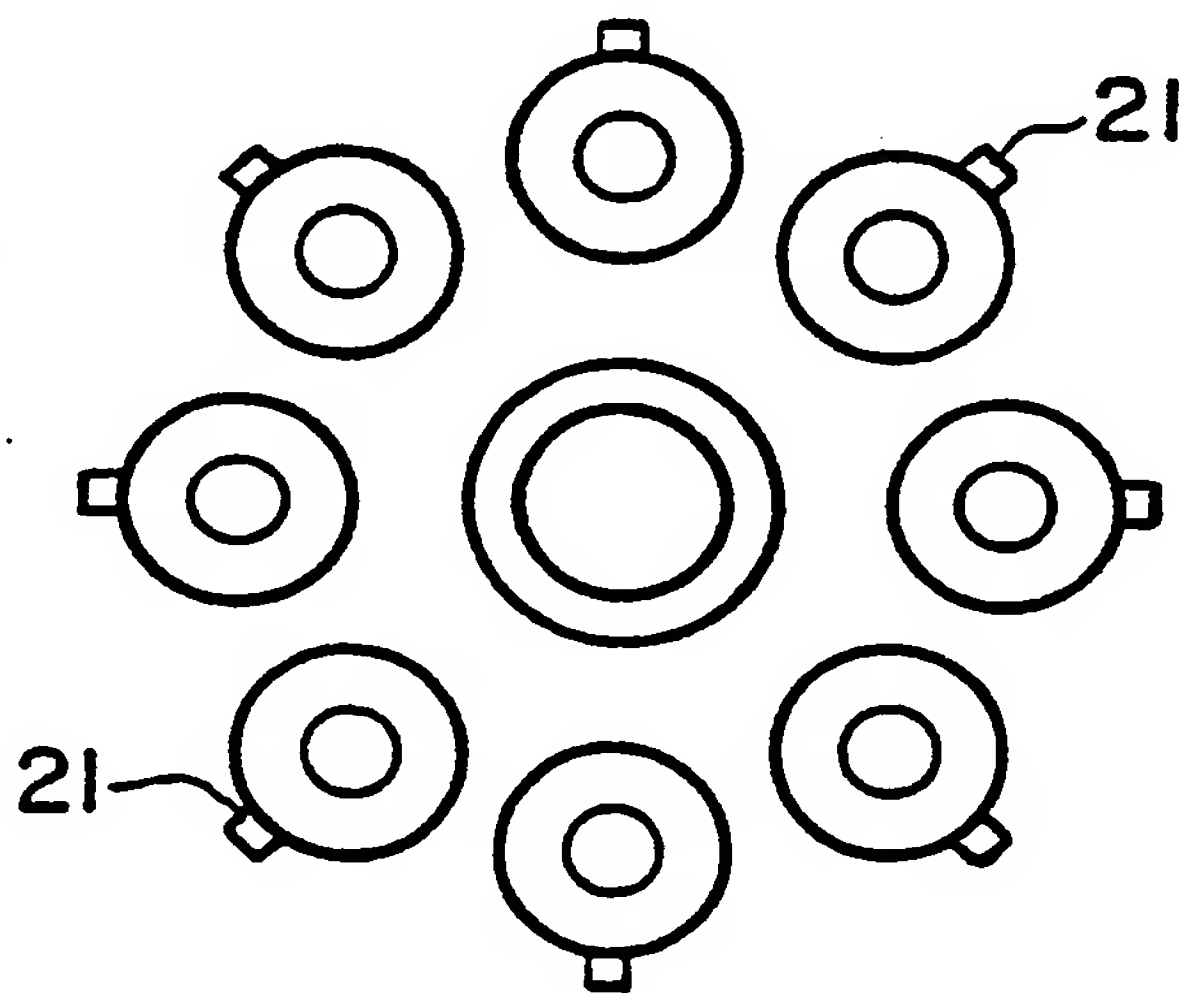


FIG. 6C

